



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 05098389 A

(43) Date of publication of application: 20.04.93

(51) Int. Cl.

C22C 38/00

C22C 38/32

(21) Application number: 03258133

(71) Applicant: SUMITOMO METAL IND LTD

(22) Date of filing: 04.10.91

(72) Inventor: TSUMURA TERUTAKA

(54) STEEL FOR BOLT AND NUT EXCELLENT IN FIRE RESISTANCE

(57) Abstract:

PURPOSE: To improve the high temp. properties of steel for bolts and nuts.

CONSTITUTION: This is steel for bolts and nuts contg., by weight, 0.18 to 0.33% C, 0.10 to 0.50% Si, 0.40 to 1.30% Mn, 0.45 to 1.50% Cr, 0.25 to 0.65% Mo, 0.05 to 0.80% W, 0.005 to 0.15% Nb, 0.005 to 0.10% Al and 0.0003 to 0.0050% B, furthermore contg. 0.005 to 0.030% N as N\* expressed by the following formula (1) and the

balance Fe with inevitable impurities, having a quenched and tempered structure and excellent in fire resistance; where  $N^* = N(\%) - \{B(\%) / 0.78\}$  (1). In addition to the above components, one or more kinds of 0.01 to 0.15% V and 0.10 to 0.60% Ni may furthermore be incorporated. Because the above steel has ordinary temp. properties equal to or above those of the conventional steel and has high temp. properties, particularly has proof stress of  $\geq 40 \text{ kgf/mm}^2$  at  $600^\circ\text{C}$ , it can be used with reduced fireproofing or with no fireproofing.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&amp;Japio

特開平5-98389

(43)公開日 平成5年(1993)4月20日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 1 Z	7217-4K		
38/32				

審査請求 未請求 請求項の数2(全 5 頁)

(21)出願番号	特願平3-258133	(71)出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22)出願日	平成3年(1991)10月4日	(72)発明者	津村 輝隆 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 穂上 照忠

(54)【発明の名称】 耐火性に優れたボルトおよびナット用鋼

## (57)【要約】

【目的】ボルトおよびナット用鋼の高温特性を改善する。

【構成】重量%で、C:0.18~0.33%、Si:0.10~0.50%、Mn:0.40~1.30%、Cr:0.45~1.50%、Mo:0.25~0.65%、W:0.05~0.80%、Nb:0.005~0.15%、Al:0.005~0.10%、B:0.0003~0.0050%を含有し、更に、Nを下記(1)式で表されるN\*として0.005~0.030%含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなり、焼入れ焼戻し組織を有する耐火性に優れたボルトおよびナット用鋼。

$$N^* = N(\%) - \{B(\%) / 0.78\} \quad \dots (1)$$

これらの成分に加えて更に、V:0.01~0.15%およびNi:0.10~0.60%のうちの1種以上を含有していてもよい。

【効果】上記鋼は常温特性が従来鋼と同等以上であり、高温特性、特に600℃で40kgf/mm<sup>2</sup>以上の耐力を有しているので、耐火被覆を削減あるいは耐火被覆なしで使用することができる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】重量％で、C：0.18～0.33％、Si：0.10～0.50％、Mn：0.40～1.30％、Cr：0.45～1.50％、Mo：0.25～0.65％、W：0.05～0.80％、Nb：0.005～0.15％、Al：0.005～0.10％、B：0.0003～0.0050％を含有し、更に、Nを下記(1)式で表されるN\*として0.005～0.030％含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなり、焼入れ焼戻し組織を有する耐火性に優れたボルトおよびナット用鋼。

$N^* = N(\%) - \{B(\%) / 0.78\} \dots (1)$

【請求項2】請求項1に記載の成分に加えて更に、重量％で、0.01～0.15％のVおよび0.10～0.60％のNiのうちの1種以上を含有し、焼入れ焼戻し組織を有する耐火性に優れたボルトおよびナット用鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、建築構造物に使用されるボルトおよびナット用鋼であって、詳しくは、常温では高力六角ボルト(F10T)、六角ナット(F10)(JIS B 118 6)鋼や高力トルシア形ボルト(F10T)(JSS 11 09)鋼と同等の特性を示し、高温、特に600℃で40kgf/mm<sup>2</sup>以上の耐力を有する耐火性に優れたボルトおよびナット用鋼に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、建築構造物用鋼材の締結には、JIS B 1186に定められる高力六角ボルト(F10T)、六角ナット(F10)やJSS 11 09に定められるトルシア形ボルト(F10T)などが使用されているが、この種の鋼材は350℃以上の高温にさらされると著しく耐力が低下するため、建築物に火災が発生した場合でもこれらの鋼材の温度が350℃を超えないように耐火被覆を施すことが法令によって義務付けられている。

【0003】一方、昭和51年～昭和61年に建設省で実施された総合技術開発プロジェクト「建築物の防火設計法の開発」の結果、「火災時の安定性」が数値シミュレーションおよび実験で確認されれば、①耐火物の被覆厚さを薄くすること、②鉄骨を無被覆で使用すること、が可能となり、従来よりも鉄骨建築における耐火工法の選択の自由度が大幅に改善された。即ち、この新耐火設計法によれば、高温強度に優れた鋼材を使用することにより、法令で義務付けられる耐火被覆を削減或いは省略することが可能となり、鉄骨建築の施工コスト、工数の削減が期待される。

【0004】しかしながら、ステンレス鋼や熱間金型用の合金工具鋼で代表される周知の耐熱鋼材は、高温強度に優れたものの常温強度が高すぎて加工性に劣るほか、価格も非常に高いため経済性の面からも建築構造物の耐火ボルトおよびナット用鋼としては適用が難しい。また、JIS G 4107に定められている高温用合金鋼ボルト材は、従来の高力六角ボルト(F10T)、六角ナット(F10)鋼

や高力トルシア形ボルト(F10T)鋼と同等の常温特性を示すものの、新耐火設計法を満足できるような高温強度を有しておらず、同じく建築構造物の耐火ボルトおよびナット用鋼としては適用し難い。

【0005】このようなことから、特開平2-247355号公報に、新耐火設計法に基づく締結部材として、高温特性に優れたボルトおよびナットと、これらの経済的な製造方法が提案されている。しかし、この発明のボルトおよびナットでも600℃での耐力は高々35.8kgf/mm<sup>2</sup>程度しかなく、建築構造物用耐火ボルトおよびナットとしては高温耐力が十分にあるとは言えない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、高温耐力をより高めたボルトおよびナット用鋼、具体的には、新耐火設計法に基づく建築用耐火鋼材の締結にあたり、従来の高力六角ボルト(F10T)、六角ナット(F10)鋼や高力トルシア形ボルト(F10T)鋼と同等の常温特性を示し、火災時における高温特性がこれらのボルトおよびナット鋼よりも遙かに高い、600℃で40kgf/mm<sup>2</sup>以上の耐力を有するボルトおよびナット用鋼を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記の課題を達成するための鋼材の化学組成および組織について研究を行った結果、下記の知見を得た。

【0008】1) MoおよびWを適正量添加したうえでCの添加量を調整することにより、高温における耐力の低下が抑制される。

【0009】2) NbをCr、Mo、WおよびBとともに複合添加し、且つN量を適正に調整することにより、高温における耐力の低下が著しく抑制される。

【0010】3) 含有成分を適正に調整したうえで鋼の組織を焼入れ組織にすることにより、常温強度および高温強度が改善される。

【0011】4) 上記の成分に加えて、VおよびNiの1種以上を適正量添加すると、高温での耐力の低下が一層抑制される。

【0012】上記知見に基づく本発明は下記の化学組成および組織を有するボルトおよびナット用鋼を要旨とする。

【0013】(1)重量％で、C：0.18～0.33％、Si：0.10～0.50％、Mn：0.40～1.30％、Cr：0.45～1.50％、Mo：0.25～0.65％、W：0.05～0.80％、Nb：0.005～0.15％、Al：0.005～0.10％、B：0.0003～0.0050％を含有し、更に、Nを下記(1)式で表されるN\*として0.005～0.030％含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなり、焼入れ焼戻し組織を有する耐火性に優れたボルトおよびナット用鋼。

【0014】

$N^* = N(\%) - \{B(\%) / 0.78\} \dots (1)$

3

(ii) 上記 (I) に記載の成分に加えて、更に、重量%で、0.01~0.15%のVおよび0.10~0.60%のNiのうちの1種以上を含有し、焼入れ焼戻し組織を有する耐火性に優れたボルトおよびナット用鋼。

【0015】

【作用】以下に、本発明における鋼の化学組成および組織を上記のように限定する理由を説明する（なお、「%」は「重量%」を意味する）。

【0016】A）鋼の化学組成

C：Cは所望の強度を確保するために添加するが、その含有量が0.18%未満では添加効果に乏しく、一方、MoおよびWとの共存下でC含有量が0.33%を超えるとかえって高温での耐力が低下することになるので、その含有量を0.18~0.33%とした。

【0017】Si：Siは鋼の脱酸および強度増加のために有効な元素であるが、その含有量が0.10%未満では所望の効果が得られず、0.50%を超えるると靱性が劣化するのみならず、冷間加工性も劣化するようにになるので、その含有量を0.10~0.50%とした。

【0018】Mn：Mnは脱酸のほか強度および靱性を確保するのに有効な元素である。しかし、その含有量が0.40%未満では所望の強度が得られず、1.30%を超えると強度および靱性の向上効果が飽和し、コストのみが上昇することになるので、その含有量を0.40~1.30%とした。

【0019】Cr：Crは常温強度および高温強度を向上させる作用がある。特に、Mo、Nb、WおよびBとの複合添加で著しく高温強度を向上させるが、その含有量が0.45%未満では所望の効果が得られず、1.50%を超えると冷間加工性が劣化するようにになるので、その含有量を0.45~1.50%とした。

【0020】Mo：Moは高温強度の向上に極めて有効な元素であり、特に、Cr、Nb、WおよびBとの複合添加でその効果が著しい。しかし、その含有量が0.25%未満では所望の高温強度が得られず、0.65%を超えると前記の効果が飽和し、経済的に不利を招くことになるので、その含有量を0.25~0.65%とした。

【0021】W：Wは高温強度を向上させるのに有効な元素であり、特に、Cr、Mo、NbおよびBとの複合添加でその効果が著しい。しかし、その含有量が0.05%未満では所望の高温強度が得られず、0.80%を超えると前記の効果が飽和すると冷間加工性が劣化し、経済的に不利となるので、その含有量を0.05~0.80%とした。

【0022】Nb：Nbは本発明において重要な元素であり、微量の添加で高温強度を向上させる。

【0023】特に、Cr、Mo、WおよびBとの複合添加で高温強度を著しく向上させる。その効果を確保するためには、0.005%以上の含有量を必要とする。しかし、0.15%を超えて含有してもその効果は飽和するのみならず、熱間加工性および冷間加工性を劣化させることになるので、その含有量を0.005~0.15%とした。

4

【0024】Al：Alは鋼の脱酸の安定化および均質化を図るに有効な元素である。しかし、その含有量が0.05%未満では所望の効果を達成することができず、0.10%を超えて含有してもその効果は飽和してしまい、逆に介在物の増大により疵が発生し、靱性を劣化させることになるので、その含有量を0.005~0.10%とした。

【0025】B：Bは常温強度および高温強度を向上させる作用がある。特に、Cr、Mo、WおよびNbとの複合添加で著しく高温強度を向上させるが、その含有量が0.003%未満では所望の効果が得られず、0.0050%を超えて含有すると鋼の靱性および高温強度が劣化するようになるので、その含有量を0.0003~0.0050%とした。

【0026】N：Nは本発明鋼の成分系では高温強度の向上に寄与する有効な元素であるが、Bとの結合力が強い。Bと化合物を形成した残りのNであるN'は下記(1)式で表されるが、このN\*としての含有量が0.005%未満では所望の効果が得られず、一方、低合金鋼において、N\*として0.030%を超えるN量を含有させることは難しい。そのため、本発明では、Nの含有量はN\*として0.005~0.030%とした。

【0027】

$$N^* = N(\%) - \{B(\%) / 0.78\} \cdots (1)$$

VおよびNi：Vには常温強度および高温強度を向上させる作用があり、Niには強度と靱性を向上させる作用があるので、より以上の強度や靱性を求められ場合は、必要に応じて1種以上添加してもよい。しかし、Vの場合には0.01%未満では所望の効果が得られず、0.15%を超えるとその効果が飽和し、コストの上昇を招くのみならず、靱性の劣化をきたすので、Vを添加する場合は0.01~0.15%の含有量とするのがよい。一方、Niの場合にも0.10%未満ではその効果が乏しく、0.60%を超えると冷間加工性の劣化をきたすようになるので、Niを添加する場合は0.10~0.60%の含有量とするのがよい。

【0028】B）鋼の組織

上記の化学組成を有する鋼であっても、その組織がフェライト、パーライト、高温ベイナイトといったいわゆる高温変態生成物からなるものでは目的とする常温強度および高温強度が得られない。常温強度が従来のボルトおよびナット用鋼と同等以上で、高温強度、特に600℃での耐力が40kgf/mm<sup>2</sup>以上のものとするためには、焼入れおよび焼戻し処理して、鋼の組織を焼入れ焼戻し組織とする必要がある。

【0029】なお、鋼の組織を焼入れ焼戻し組織とする際の焼入れ処理は、熱間加工後の高温の鋼を直ちに急冷して焼入れするいわゆる直接焼入れ法によって行ってもよく、熱間加工後の高温の鋼を一旦室温まで冷却した後、再加熱して焼入れする方法によって行ってもよい。

【0030】

【実施例】表1に示す化学組成の鋼を通常の方法によって溶製した。表1において、鋼A~Gは本発明鋼、鋼H

～Mは成分のいずれかが本発明で規定する含有量の範囲から外れた比較鋼である。

【0031】次いで、これらの本発明鋼および比較鋼を連続鋳造法或いは連塊法によって鋼片となした後、1200～1250℃の温度に加熱してから、25mm径の丸棒に熱間圧延し、一部のものは熱間圧延後、920～1020℃の温度から直ちに焼入れを行った。他のものは熱間圧延後、一旦室温まで冷却し、850～930℃の温度に再加熱して焼入れを行った。しかるのち、全ての丸棒を420～680℃の

温度で焼戻しを行い、その組織が焼入れ焼戻し組織になるように調整した。

【0032】こうして得られた焼入れ焼戻し後の丸棒から試験片を切り出し、常温および600℃における引張特性を調査した。その結果を焼入れおよび焼戻し温度とともに表2に示す。

【0033】

【表1】

表 1

鋼種	化 学 成 分 (重量%)						残:Feおよび不純物					
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	Nb	Al	B	N*	V	Ni
A	0.20	0.12	1.26	0.77	0.62	0.08	0.035	0.039	0.0012	0.0070	—	—
B	0.31	0.47	0.43	0.89	0.30	0.40	0.053	0.051	0.0019	0.0135	—	—
C	0.26	0.27	0.80	1.35	0.26	0.18	0.055	0.027	0.0005	0.0056	0.07	—
D	0.23	0.21	0.55	0.46	0.28	0.74	0.130	0.046	0.0022	0.0114	—	0.41
E	0.30	0.23	0.60	0.95	0.38	0.25	0.026	0.024	0.0015	0.0092	0.05	0.22
F	0.19	0.30	0.72	1.00	0.42	0.16	0.009	0.039	0.0012	0.0089	0.12	—
G	0.25	0.18	1.01	0.69	0.50	0.30	0.025	0.028	0.0009	0.0077	—	0.49
H	0.16	0.25	0.85	1.15	0.20	*	*	0.028	0.0015	0.0135	—	—
I	0.55	0.20	0.30	0.78	0.35	0.12	0.007	0.039	0.0018	0.0039	—	—
J	0.23	0.28	0.92	1.08	0.05	0.06	*	0.029	*	0.0118	—	0.23
K	0.20	0.15	0.93	0.34	*	*	*	0.012	0.0018	0.0029	—	—
L	0.25	0.23	0.91	1.08	0.28	0.10	*	0.018	*	0.0040	0.03	—
M	0.38	0.25	0.55	0.96	0.52	0.08	*	0.022	*	0.0068	0.32	—

(注) \*印は本発明の範囲から外れていることを示す。

$N^* = N(\%) - \{B(\%) / 0.78\}$

【0034】

【表2】

表 2

鋼 種	直接焼入れ～焼戻し		再加熱焼入れ～焼戻し		引 張 特 性	
	直接焼入れ温度 (°C)	焼戻し温度 (°C)	再加熱焼入れ温度 (°C)	焼戻し温度 (°C)	常 力 (kgf/mm <sup>2</sup> )	耐 力 (kgf/mm <sup>2</sup> )
A	—	—	920	580	98.4	41.3
B	—	—	930	620	101.6	42.0
C	—	—	880	610	103.9	42.6
D	1020	600	—	—	100.8	43.8
E	—	—	890	600	99.9	44.2
F	1000	680	—	—	97.9	43.9
F	—	—	930	650	105.0	44.9
G	950	590	—	—	99.0	43.2
H	920	530	—	—	96.0	22.3
I	—	—	850	620	108.9	28.0
J	950	510	—	—	96.2	17.3
K	—	—	910	420	98.0	13.7
L	—	—	900	540	103.0	34.6
M	—	—	930	630	103.9	30.3

【0035】表2から、本発明鋼は常温強度および高温強度ともに良好な特性値を有しており、新耐火設計法に基づく締結部材（ボルト、ナット）用鋼として優れた鋼であることがわかる。これに対して比較鋼は常温強度は本発明鋼とほぼ同等であるが、高温強度が著しく低い。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明鋼は高温特性が著しく改善されている上に、常温強度も高いから、新耐火設計法に基づく建築用耐火鋼材の締結のためのボルトおよびナット用鋼として利用することができる。

【0037】